

太阳能电池失配对光伏组件的影响分析

国家电投集团西安太阳能电力有限公司 ■ 杨纯涛* 姜倩

摘要: 针对光伏组件 EL 测试时出现的明暗差异现象,通过 EL 测试机理及明暗影响因素解析异常产生的原因,并评估此类组件的质量风险。分析表明,组件 EL 测试发现的明暗差异问题,既有电池效率失配的原因,也有电流失配的原因。从组件功率衰减方面来看,效率失配对组件功率衰减的影响较大,电流失配对组件功率衰减的影响较小。

关键词: EL; 明暗差异; 混档; 效率失配; 电流失配; 衰减; 灰阶

0 引言

太阳能电池是光伏组件的核心部件,其质量的稳定性、可靠性对组件质量的影响至关重要。组件封装时,太阳能电池的电流匹配性会直接影响组件的封装损失率^[1],目前各厂家通过效率区分和电流分档来解决组件中电池的电流匹配问题,但在实际测试中仍存在失配情况。光伏组件在生产过程中若使用了效率较低的电池,EL 测试时就会出现明暗差异过大的现象,此种现象通常被认为是“混档”^[2]。混档不会对组件的安全性造成影响,但会影响组件功率。此类问题一直困扰着组件生产线,同时也是组件质量管控的难点和焦点。因此,本文对于 EL 测试时电池出现明暗差异过大的混档问题,通过 EL 测试机理及明暗影响因素解析异常产生的原因,并评估此类组件的质量风险。

1 EL 测试的机理

EL 测试的机理是电致发光成像,利用少数载流子的电致辐射复合发光,对光伏组件在外加偏压时发出的荧光进行收集成像,可迅速检测出

太阳能电池中肉眼无法识别的复合缺陷。EL 图片中的明暗差异可以反映复合发光的情况,其中,黑斑是由于在通电情况下电池中的该位置未发出 1150 nm 的红外光导致的,电池中的黑斑、明暗差异还与少数载流子的浓度有关。

2 EL 测试中明暗差异的原因分析

通过返工拆片后复测电池效率、电池分类后重新组装实验组件等方法,得出 EL 测试中明暗差异大的混档问题产生的原因,主要有以下几方面。

2.1 电池效率差异导致的明暗差异

对组件进行 EL 测试,测试结果如图 1 所示。从图中可以看出,此组件为混档组件。

拆下混档组件的电池(带焊带),从中选取

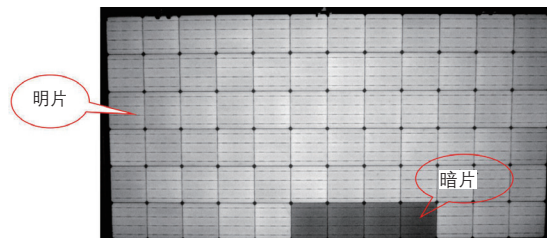


图 1 组件 EL 测试图片

收稿日期: 2018-09-14

通信作者: 杨纯涛 (1981—), 男, 硕士、工程师, 主要从事高效光伏组件生产、产品提质增效等方面的研究。33162096@qq.com



2片明片和2片暗片测试其效率。明片的效率分别为20.25%和20.29%，暗片的效率分别为19.50%和19.20%。对于由于效率不同而出现的明暗程度差异较高的组件，确认其为效率混档。

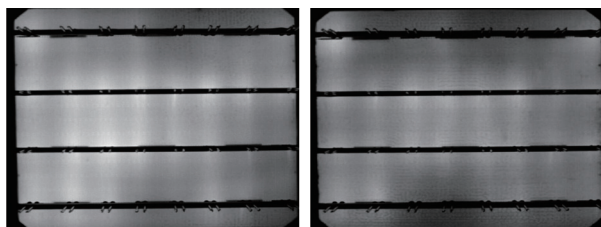
2.2 EL 测试中单片电池的明暗差异

2.2.1 不同效率电池的 EL 测试明暗差异

选取效率分别为20.3%和19.8%的电池进行EL测试，观察明暗差异。结果发现，高效率电池在EL测试时未发现明暗差异，低效率电池中出现了10%明暗程度的差异，属于灰阶问题。因此可以认为，低效率电池中才会出现明暗差异。

2.2.2 同一效率电池的 EL 测试明暗差异

选取200片效率都为19.8%的电池进行EL测试，然后从中挑选12片EL图像显示偏亮的电池(简称“偏明片”)，将其编号为1#~12#；挑选12片EL图像显示偏暗的电池(简称“偏暗片”)，将其编号为13#~24#。图2为2#和14#



a. 2# b. 14#
图2 2#和14#电池的EL图片

电池的EL图片。

将选取的1#~12#偏明片、13#~24#偏暗片与同一效率的48片常规电池进行串焊、叠层制成实验组件，然后进行EL测试，结果如图3所示。图中，中间两排偏明片与偏暗片的位置与编号的对应关系如表1所示。



图3 组件EL测试图

表1 偏明片与偏暗片位置与编号的对应关系

7	19	8	20	9	21	10	22	11	23	12	24
18	6	17	5	16	4	15	3	14	2	13	1

注：黑色的数字为偏明片，红色的数字为偏暗片

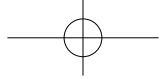
结合图1和表1可知，发黑的电池均是选取电池时的偏暗电池，这说明同一低效率档位时，明暗差异较大的电池制成的组件，其EL测试会表现出类似“混档”的现象^[3]。

从选取的24片电池中随意选取7片偏明片和4片偏暗片，用电性能测试仪对其进行测试，结果如表2所示。

表2 电池电性能测试数据对比

编号	温度/℃	光强/W·m ⁻²	功率/W	开路电压/V	短路电流/A	填充因子/%	效率/%
1#	25.0	998.8	4.808	0.645	9.244	80.689	19.68
2#	25.1	1031.6	4.826	0.644	9.251	81.023	19.75
3#	25.0	1024.6	4.824	0.644	9.281	80.683	19.75
9#	24.9	1001.8	4.812	0.644	9.213	81.163	19.70
10#	24.8	1023.2	4.807	0.644	9.219	80.974	19.68
11#	24.9	996.2	4.812	0.644	9.209	81.153	19.70
12#	24.8	1034.6	4.805	0.644	9.216	80.988	19.67
13#	24.9	987.8	4.806	0.641	9.279	80.757	19.67
14#	24.8	1000.2	4.808	0.642	9.288	80.703	19.68
19#	24.7	1021.2	4.818	0.638	9.362	80.723	19.72
20#	24.8	1022.5	4.832	0.638	9.411	80.526	19.78

注：黑色的数字为偏明片，红色的数字为偏暗片



由表 2 中的数据可知, 偏暗片的电流并未小于偏明片。这说明即使有合理的电流分档方案, 也不能将其区分开。由此可知, 同一效率的电池, 虽然其 EL 测试都为合格 (发暗图片整片均匀属于合格类), 但是由其制成的组件进行 EL 测试时仍会出现明暗差异, 而且不能通过电流分档来解决此类问题。

2.3 高低电流失配导致的明暗差异

准备 116 片效率皆为 20.5% 的高电流 (>9.00 A) 电池及 100 片同一效率的低电流 (<8.95 A) 电池。从中选取 72 片高电流电池制作成组件 1 号, 28 片低电流电池与 44 片高电流电池制作成组件 2 号, 72 片低电流电池制作成组件 3 号。对 3 块组件进行 EL 测试, 结果如图 4~图 6 所示, 组件的电性能测试数据如表 3 所示。

结合图 4~图 6 及表 3 中的数据可知, 3 块组件均未出现混档现象, 但功率均有差异。相对于组件 2 号和组件 3 号, 组件 1 号至少有 0.5 W 的功率优势。对组件生产线中的电池进行电流分档并选取高电流电池对组件功率有明显增益。

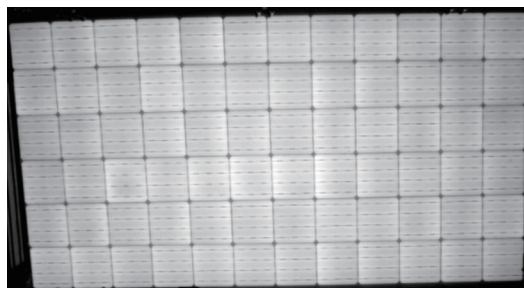


图 4 组件 1 号 EL 图

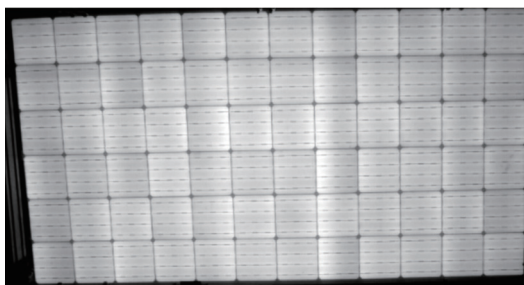


图 5 组件 2 号 EL 图



图 6 组件 3 号 EL 图

表 3 组件 1 号~3 号的电性能测试数据

组件类型	V_{oc}/V	I_{sc}/A	P_{mpp}/W	V_{pm}/V	I_{pm}/A	Eff	R_{sf}/Ω	R_{sh}/Ω
组件 1 号	47.315	9.458	344.71	38.302	8.999	0.7703	0.576	2212.3
组件 2 号	47.278	9.467	344.13	38.282	8.989	0.7689	0.596	391.95
组件 3 号	47.282	9.462	344.05	38.244	8.996	0.7690	0.591	2857

3 效率、电流失配在功率损失方面的评估

效率失配问题主要体现在组件功率的衰减^[4], 电流失配需要较长的户外实证来评估, 因此, 以模拟的思路进行了如下测试。

1) 选取效率分别为 19.7% 和 19.6% 的电池, 放置 105 天 (约 3.5 个月) 后电池的效率衰减情况如图 7 所示。

由图 7 可知, 实验中的电池效率虽相差一个档位, 但在放置过程中都存在较明显的效率衰减

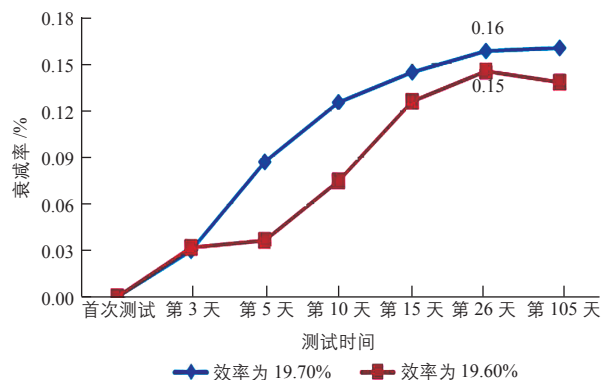
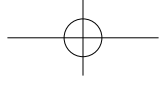


图 7 不同效率的电池片的效率衰减情况



差异。制成组件后,会出现因电池效率衰减差异而造成组件功率损失较大^[5]。

2) 选取效率为 20.3% 的不同电流档位的电池进行 60 kWh/m² 的光衰测试,其效率衰减情况如图 8 所示。由图 8 可知,同一效率不同电流档位的电池的效率衰减情况差异不明显。因此可以认为,同一效率不同电流档位的电池制成组件后,因电池效率衰减率不同而造成的组件功率损失较小。

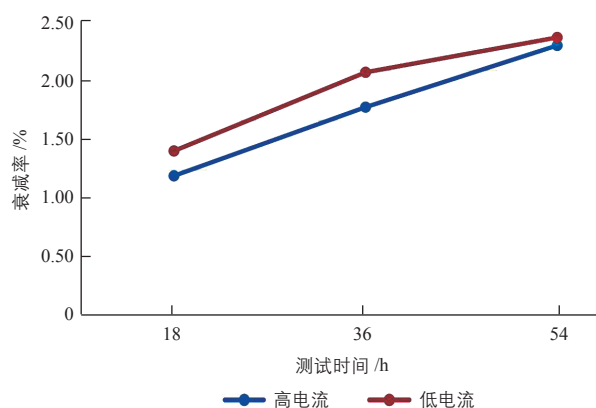


图 8 同一效率不同电流档位的电池效率衰减情况

4 结论

本文对光伏组件 EL 测试时出现的明暗差异现象进行了分析研究,得出以下结论:

1) 组件 EL 测试时发现的明暗差异问题,既有电池效率失配的原因,也有电流失配的

原因。

2) 同一效率不同电流档位的电池制成组件后,从 EL 测试图未发现明显的明暗差异;但组件生产过程中进行电流分档,选取高电流电池制成组件,会提高组件功率,实验数据显示,选取高电流电池制成的组件会有至少 0.5 W 的功率优势。

3) 同一效率的电池有的偏暗,但电流并不低,因此对于组件 EL 测试的明暗差异问题并不能通过电流分档来解决。对于效率偏低,在生产中会造成不合格的电池应该建立灰阶分档,具体分档要求需结合生产线需求。

4) 对于效率失配、电流失配的组件,其可靠性方面风险较小,主要存在功率损失问题。从电池效率衰减数据来看,效率失配组件的功率损失较大,电流失配组件的功率损失较小。

参考文献

- [1] 帅争峰,杨宏,雷威道.晶体硅太阳能电池组件封装的电学损失分析[J].电源技术,2014,38(1):82-84.
- [2] 陈晓玉,刘彤,刘京明,等.晶硅太阳能电池黑斑分析[J].半导体光电,2017,38(1):21-25.
- [3] 胡金艳,黄伟,单伟,等.不良电池片对组件衰减的影响[J].太阳能,2017,(1):67-69.
- [4] 陈筑.晶体硅太阳能组件功率损失研究[D].上海:上海交通大学,2013.
- [5] 李全强.太阳能晶体硅电池片封装功率损失研究与优化改进[D].苏州:苏州大学,2015. 太阳能

(接第 54 页)

工期。因此,此种方案可以节约成本 54.124 万元,节省工期 187.5 天/人。

3 总结

本文介绍了一种新型水上光伏电站防雷接地方法,通过从技术性和经济性两方面进行分析后发现,此方法不仅能保证工程质量,还能节约工期和成本。针对目前水上光伏发电项目面临着工期紧、施工困难的现状,此方法可在一定程度上缓解工程的困境,提高工程的效

率。在边界条件许可的情况下,可以推广此种方法。

参考文献

- [1] 王方毓.水上太阳能光伏电站的技术特点及应用[J].冶金丛刊,2017,(10):76-77.
- [2] 张福猛.管桩用端头板在制造、使用和施工中的问题分析[A].混凝土管桩生产技术创新专集[C].北京,2013.
- [3] 丛义宏,谢鹏.光伏电场区域防雷接地技术[J].自动化应用,2015,(10):70,80.
- [4] 蒋理成.接地体的选择和经济性分析[J].铁路通信信号工程技术,2011,8(5):60-62. 太阳能